

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1873898 B

(45) 授权公告日 2012.03.28

(21) 申请号 200610088640.8

(56) 对比文件

(22) 申请日 2006.05.19

WO 2005/112518 A1, 2005.11.24, 全文.

(30) 优先权数据

US 2005/0064240 A1, 2005.03.24, 全文.

2005-147967 2005.05.20 JP

US 2005/0020174 A1, 2005.01.27, 全文.

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

US 2005/0095454 A1, 2005.05.05, 全文.

地址 日本神奈川县厚木市

US 2005/0093433 A1, 2005.05.05, 全文.

(72) 发明人 川上贵洋 青山智哉 坂田淳一郎

审查员 朱莹

池田寿雄 濑尾哲史 岩城裕司

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 周铁 段晓玲

(51) Int. Cl.

H01J 61/04 (2006.01)

H01J 1/14 (2006.01)

H01J 61/12 (2006.01)

权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 9 页

(54) 发明名称

发光元件、发光器件和电子设备

(57) 摘要

本发明的目标是提供功能层，当发光元件被制造或驱动时该功能层能够保护发光元件而不会遭受物理或化学影响而失效，并通过提供这种功能层，在不增加驱动电压和降低透光度和色纯度的情况下延长元件的寿命和提高元件特性。本发明的一个特征在于：在通过在一对电极间插入含发光物质层形成的发光元件中，在部分含发光物质层中提供由用于发光元件的复合材料（复合材料包括含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物）制成的缓冲层。用以形成本发明缓冲层的发光元件用复合材料具有高电导率和优异的透明度。

1. 一种发光器件,包括

第一电极;

第二电极;和

提供在第一电极和第二电极之间的缓冲层,

其中该缓冲层包括含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃并包括金属氧化物,

其中所述含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的空穴迁移率,

其中所述金属氧化物为选自氧化钼、氧化钒、氧化钌和氧化铼中的一种。

2. 一种发光器件,包括

第一电极;

第二电极;和

与第一电极和第二电极中至少一个接触的缓冲层,

其中该缓冲层包括含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃并包括金属氧化物,

其中所述含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的空穴迁移率,

其中所述金属氧化物为选自氧化钼、氧化钒、氧化钌和氧化铼中的一种。

3. 一种发光器件,包括

阳极;

阴极;

提供在阳极和阴极之间的缓冲层和电子发生层,

其中缓冲层包括含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃并包括金属氧化物,和

其中缓冲层与阴极和电子发生层接触,

其中所述含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的空穴迁移率,

其中所述金属氧化物为选自氧化钼、氧化钒、氧化钌和氧化铼中的一种。

4. 一种发光器件,包括

阳极;

阳极上的电子发生层;

电子发生层上的缓冲层;和

缓冲层上的阴极,

其中缓冲层包括含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃并包括金属氧化物,

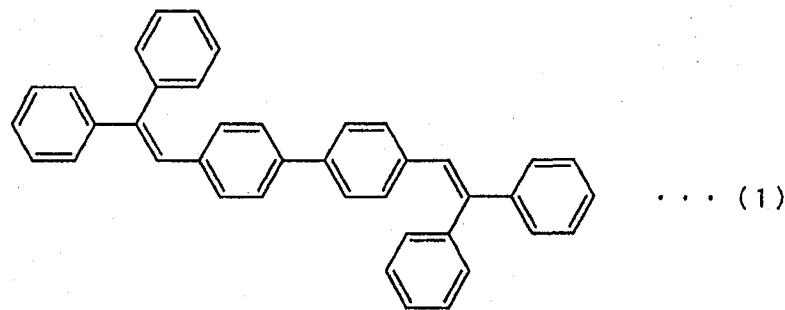
其中缓冲层和电子发生层不与阳极和阴极接触而形成,和

其中电子发生层与缓冲层接触,

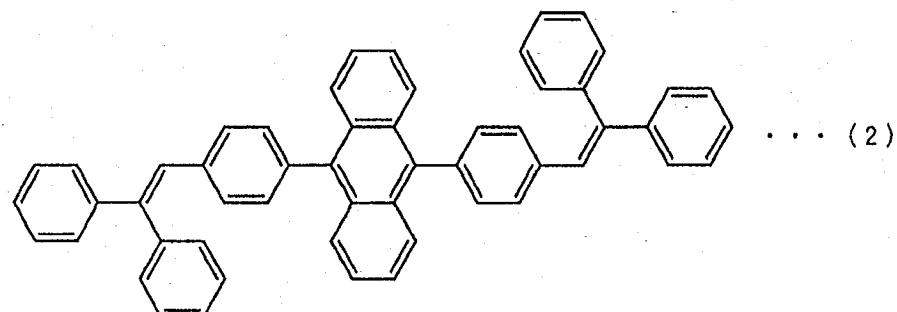
其中所述含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的空穴迁移率,

其中所述金属氧化物为选自氧化钼、氧化钒、氧化钌和氧化铼中的一种。

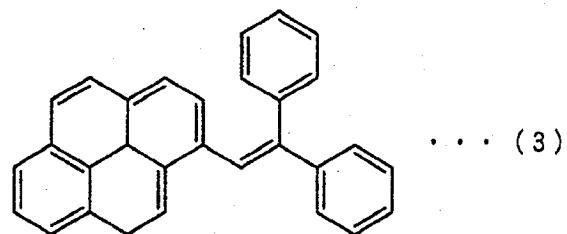
5. 根据权利要求 1-4 中任一项的发光器件,其中具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃由以下结构式(1)表示:



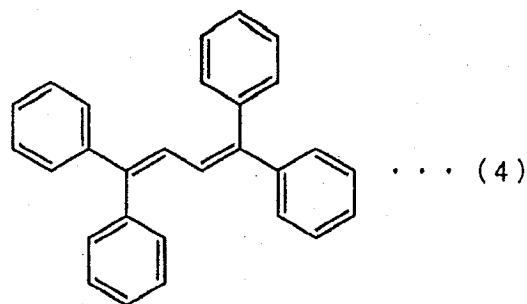
6. 根据权利要求 1-4 中任一项的发光器件, 其中具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃由以下结构式 (2) 表示:



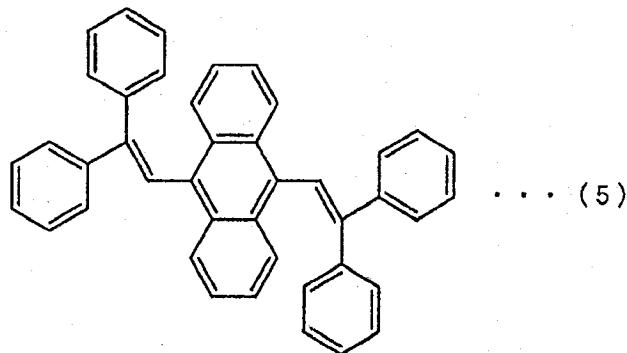
7. 根据权利要求 14 中任一项的发光器件, 其中具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃由以下结构式 (3) 表示:



8. 根据权利要求 14 中任一项的发光器件, 其中具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃由以下结构式 (4) 表示:



9. 根据权利要求 14 中任一项的发光器件, 其中具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃由以下结构式 (5) 表示:



10. 根据权利要求 1-4 中任一项的发光器件,其中该发光器件结合到选自下组的电子设备中 :照相机、便携式信息终端、计算机、汽车音响设备、图像重现设备、汽车导航系统和电视设备。

11. 根据权利要求 1-4 中任一项的发光器件,其中该发光器件结合到选自下组的电子设备中 :移动电话、便携式游戏机、计算机显示器、膝上型个人计算机和便携式电视设备。

12. 根据权利要求 3 或 4 的发光器件,其中电子发生层包括选自电子传输物质和双极性物质的物质,并包括选自碱金属、碱土金属、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、碱金属氟化物和碱土金属氟化物的物质。

13. 根据权利要求 3 或 4 的发光器件,其中缓冲层作为阻挡膜。

发光元件、发光器件和电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电流激发型发光元件，其中发光物质插入在一对电极之间，本发明还涉及具有这种发光元件的发光器件，和电子设备。

背景技术

[0002] 具有例如轻薄外形、轻质和快速响应特点的发光元件预期将被用于下一代平板显示器中。另外，认为发光元件以矩阵排列的发光器件在视角和能见度方面优于传统的液晶显示器。

[0003] 通过将含发光物质层插入在一对电极（阳极和阴极）之间形成发光元件，并且一般认为其发光机制如下：当电压施加在两个电极时，由阳极注入的空穴和由阴极注入的电子在含发光物质层中的发光层中重组，由此在发光中心通过重组形成分子激子，当分子激子回到基态释放出能量时发光。通过这种机制，这种发光元件被称为电流激发型发光元件。单重激发态和三重激发态可作为由发光物质形成的激发态类型。单重激发态形成的发光被称为荧光，三重激发态形成的发光被称为磷光。

[0004] 在单层的情况下，由于发光物质通常以厚度为 50 纳米或更薄的薄膜形成，其存在如下问题，例如发光物质易于遭受物理或化学影响（例如热、水和氧气）而失效，并且当发光元件被制造或驱动时易于失效。这种发光元件失效的预防要求提高发光元件的效率和可靠性。

[0005] 在这种发光元件用于发光器件、电子设备等的情况下，电力消耗的降低也成为发明的一个目标。为降低电力消耗，重要的是降低发光元件的驱动电压。

[0006] 在电流激发型发光元件中，发光强度由流动电流的量确定。因此为降低驱动电压，需要在较低电压下流过大量的电流。

[0007] 作为降低驱动电压的方法，早先已经尝试在电极和包括具有发光特性的有机化合物的层之间提供缓冲层的方法。例如已知的是，驱动电压可通过在铟锡氧化物 (ITO) 和发光层之间提供由掺杂有樟脑磺酸的聚苯胺 (PANI) 制成的缓冲层而降低（例如参见非专利文件 1 :Y. Yang 等人, Applied Physics Letters, Vol. 64(10), 1245–1247(1994)）。解释为这是由于 PANI 优越的向发光层注入载体的性质。非专利文件 1 指出：作为缓冲层的 PANI 还考虑作为电极的一部分。

[0008] 然而如非专利文件 1 所述，PANI 具有当薄膜厚度变厚时透光度降低的问题。其中特别报道：在约 250 纳米的膜厚中透光度小于 70%。换句话说，由于本身用作缓冲层的材料的透光度问题，元件中产生的光不能有效引出。

发明内容

[0009] 本发明的目标是提供一种功能层，当发光元件被制造或驱动时该功能层能够保护发光元件不会遭受物理或化学影响而失效，并通过提供这种功能层延长发光元件的使用寿命，并在不增加驱动电压和降低透光度和色纯度的情况下改善元件特性。并且本发明的另

一个目标是提供具有这种发光元件的发光器件和具有这种发光器件的电子设备。

[0010] 本发明的一个特征在于：在通过在一对电极间插入含发光物质层形成的发光元件中，在部分含发光物质的层中提供由用于发光元件的复合材料（复合材料包括含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物）制成的缓冲层。用于发光元件以形成本发明缓冲层的复合材料具有高电导率和优异的透明度。

[0011] 本发明的一个结构为通过将含发光物质层插入在一对电极间形成的发光元件，其中含有具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物的层提供在含发光物质层的一部分中。

[0012] 本发明的另一结构为通过将含发光物质层插入在一对电极间形成的发光元件，其中含有具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物的层提供在含发光物质层的一部分中，并且与所述电极对的一个或两个电极相接触。

[0013] 本发明的另一结构为通过将含发光物质层插入在阳极和阴极间形成的发光元件，其中缓冲层和电子发生层包括在部分含发光物质层中；缓冲层中含有具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物；电子发生层中含有电子传输物质或双极性物质，以及选自碱金属、碱土金属、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、碱金属氟化物或碱土金属氟化物的物质；并且缓冲层形成在阴极和电子发生层之间以与两者接触。

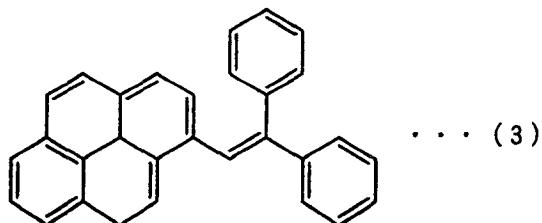
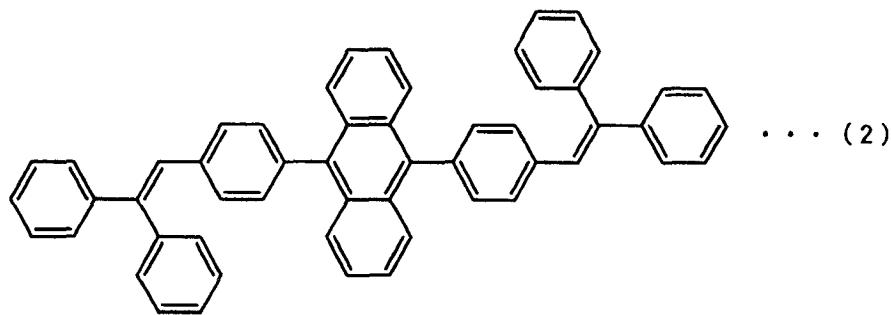
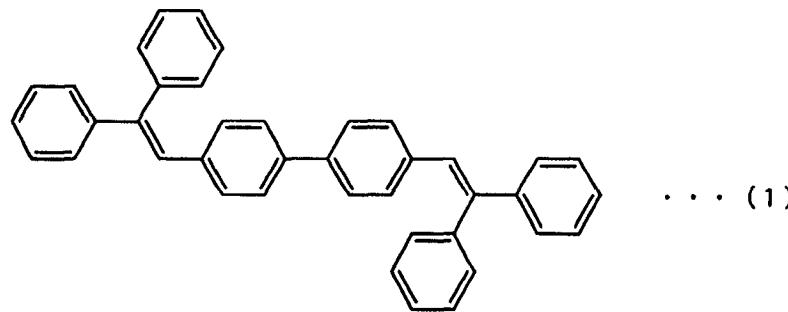
[0014] 本发明的另一结构为通过将含发光物质层插入在阳极和阴极间形成的发光元件，其中至少缓冲层和电子发生层包括在部分含发光物质层中，所述缓冲层和电子发生层不与阴极和阳极接触而形成；缓冲层中含有具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物；电子发生层中含有电子传输物质或双极性物质，以及选自碱金属、碱土金属、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、碱金属氟化物或碱土金属氟化物的物质；并且与缓冲层相比，电子发生层更接近于阴极侧形成，并且与缓冲层接触。

[0015] 在每一结构中，金属氧化物为氧化钼、氧化钒、氧化钌和氧化铼中的任何一种。

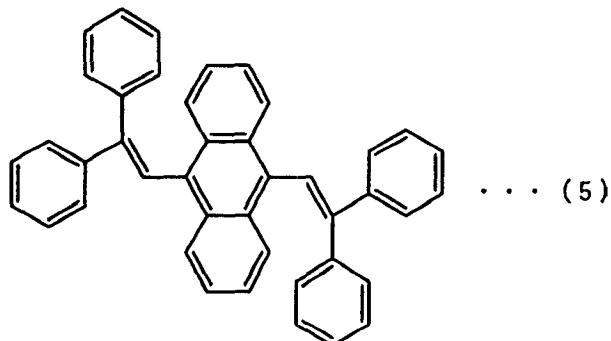
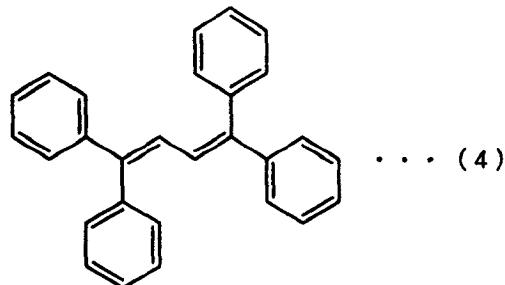
[0016] 在每一结构中，具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃通过例如以下结构式(1)至(5)的任一表示：

[0017] [化学式 1]

[0018]



[0019]



[0020] 在每一结构中，具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的空穴迁移率。

[0021] 具有上述发光元件的发光器件和具有该发光器件的电子设备也包括在本发明范围内。本说明书中的发光器件指的是图像显示器件、发光器件或光源（包括照明器件）。并

且以下均包括在发光器件中：其中连接器例如FPC(可挠曲印刷电路)、TAB(带自动连接)带或TCP(带载封装)连接到发光器件的模块；在TAB带或TCP末端提供有印刷电路板的模块；和其中IC(集成电路)通过COG(将芯片固定在玻璃上)法直接安装到发光元件的模块。

[0022] 根据本发明，通过在发光元件的部分含发光物质层中提供缓冲层，含发光物质层中的空穴密度可以得到提高；因此电导率增加，并且发光元件的驱动电压可以降低。

[0023] 此外，具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物被混合在发光元件的复合材料中，以形成本发明的缓冲层；因此，具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃（其往往易于结晶）的结晶可以得到抑制。

[0024] 并且由于其结构，具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃具有空间位阻；因此可形成无定型状态的稳定薄膜。另外，上述材料在与可见区相比较短波长侧具有吸收峰；因此，可使用该材料而几乎不会影响发光元件发出光的色纯度。

[0025] 因此，即便是在形成厚缓冲层以保护发光元件的发光层的情形下，透光度也不会降低，并且可以抑制驱动电压的增加；因此，可以防止发光元件的失效和短路，并可通过光学设计提高色纯度。

[0026] 本发明的这些和其它目标、特点和优点通过阅读以下详细说明并参考附图而更加显而易见。

附图说明

- [0027] 图 1A 和 1B 为显示本发明发光元件元件结构的视图；
- [0028] 图 2A 和 2B 为显示本发明发光元件元件结构的视图；
- [0029] 图 3 为显示本发明发光元件元件结构的视图；
- [0030] 图 4A 和 4B 为显示本发明发光元件元件结构的视图；
- [0031] 图 5A 和 5B 为显示本发明发光器件的视图；
- [0032] 图 6A 至 6E 为显示本发明电子设备的视图；
- [0033] 图 7 为显示实施方案 1 中所述发光元件元件结构的视图；
- [0034] 图 8 为显示发光元件元件特性的图表；
- [0035] 图 9 为显示发光元件元件特性的图表；
- [0036] 图 10 为显示发光元件元件特性的图表；
- [0037] 图 11 为显示发光元件元件特性的图表。

具体实施方式

[0038] 下面，本发明的实施方案模式将参考附图等详细说明。然而本发明可在不同实施方案中实现，并且本领域熟练技术人员可以理解的是，可在不离开本发明目的和范围的前提下以不同方式对实施方案和细节进行改变。因此，本发明应被认为不限于实施方案的描述。

[0039] （实施方案模式 1）

[0040] 图 1A 和 1B 为将在该实施方案模式中说明的发光元件的元件结构。基本上，如图 1 所示，主要使用含发光物质层 102 插入在一对电极（第一电极 101 和第二电极 103）之间

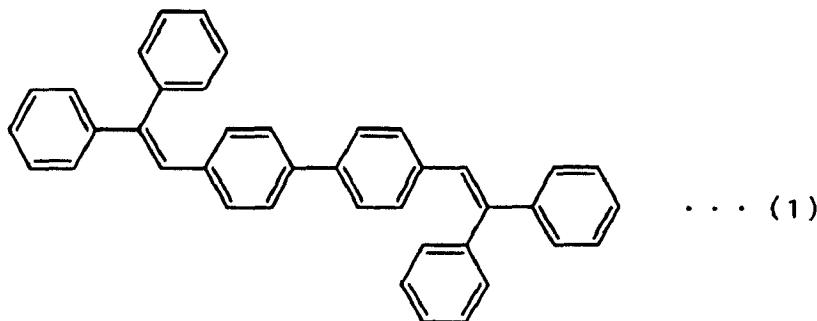
的结构。在此结构中，含发光物质层 102 具有至少发光层 105 和缓冲层 104，缓冲层 104 由用于本发明发光元件的复合材料制成，并且缓冲层 104 与第一电极 101 接触。在实施方案模式 1 中，说明了第一电极 101 用作阳极并且第二电极 103 用作阴极的情况。在该实施方案模式中，还可使用其中空穴传输层、电子传输层、电子注入层、空穴阻挡层等以上述结构之外适当组合的结构。

[0041] 在本发明中，用于发光元件的复合材料由具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物形成。

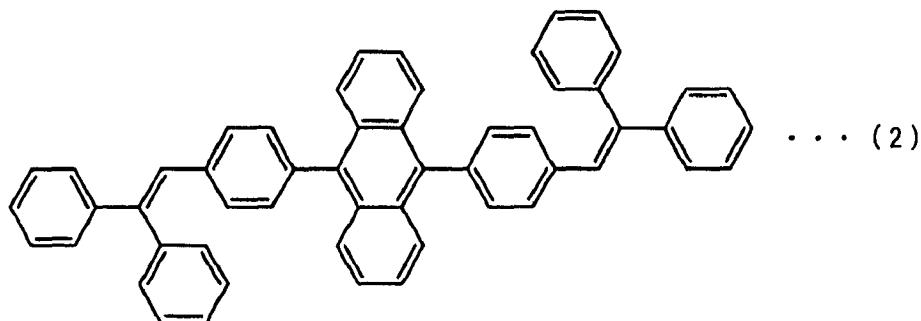
[0042] 具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃通过例如以下结构式 (1) 至 (5) 表示：

[0043] [化学式 2]

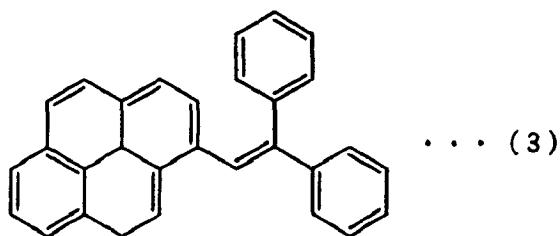
[0044]



... (1)

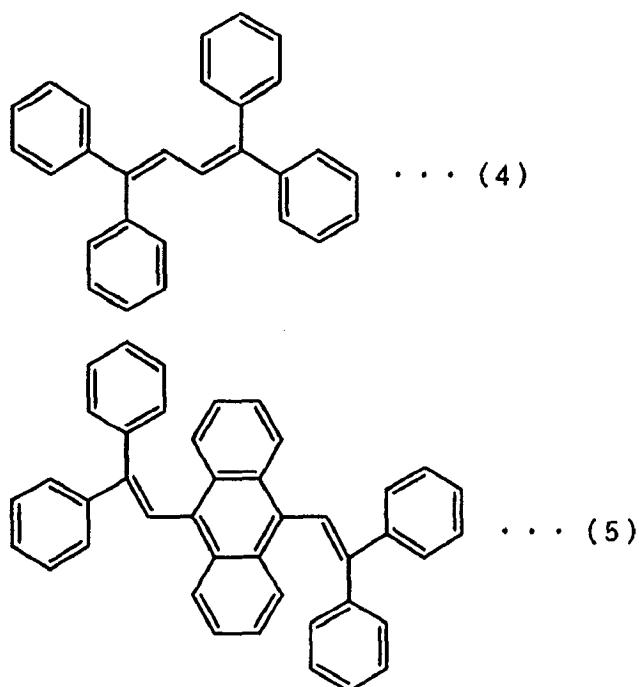


... (2)



... (3)

[0045]



[0046] 上述具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃优选具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的空穴迁移率。应当指出，此处可使用利用瞬态光电流的 TOF 法（飞行时间方法 (time-of-light method)）测量空穴迁移率。

[0047] 作为上述金属氧化物，优选对上述具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃显示出电子接受特性的金属氧化物。作为这种氧化物，给出了例如氧化钼、氧化钒、氧化钌和氧化铼等。除此之外，还可使用例如氧化钛、氧化铬、氧化锆、氧化铪、氧化钽、氧化钨或氧化银等金属氧化物。

[0048] 金属氧化物优选包括在缓冲层 104 中，以使得其与具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃的质量比为 0.5-2，或摩尔比为 1-4 (= 金属氧化物 / 芳香烃)。如上所述，通过在缓冲层 104 中混合具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物，具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃（其往往易于结晶）的结晶可以得到抑制。并且，含有具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物的缓冲层 104 在可见波长区几乎没有吸收峰。另外，由于具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃的共轭作用不能伸展，与不含乙烯基骨架的芳香烃相比，具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃的吸收向更短波长偏移。因此可防止发光层 105 发射的可见光被缓冲层 104 吸收。

[0049] 具体而言，在上述金属氧化物中，当层仅仅由氧化钼形成时，氧化钼容易结晶；然而通过氧化钼与芳香烃的混合，可以相同方式抑制结晶。通过如上所述的金属氧化物与芳香烃的混合，结晶受到金属氧化物与芳香烃共同干扰，并因此可形成不易结晶的层。

[0050] 由于其高电导率，可形成具有 50 纳米或更厚的厚度的缓冲层 104。

[0051] 作为用于第一电极 101 的阳极材料，优选使用具有高功函（功函为 4.0eV 或更高）的金属、合金、导电化合物、其混合物，或其类似物。除了铟锡氧化物 (ITO)、氧化甸与 2-20 [%] 的氧化锌 (ZnO) 混合的铟锌氧化物 (IZO) 外，可使用的阳极材料的具体例子为金 (Au)、铂 (Pt)、钛 (Ti)、镍 (Ni)、钨 (W)、铬 (Cr)、钼 (Mo)、铁 (Fe)、钴 (Co)、铜 (Cu)、钯 (Pd)，或金属材料氮化物（例如 TiN）等。在该实施方案模式的情形，提供缓冲层 104 与第一电极

接触；因此还可使用通常已知作为具有低功函材料的铝 (Al) 或镁 (Mg)。这是因为通过提供缓冲层 104 可形成对具有宽范围功函的电极材料而言的电阻性接触。

[0052] 另一方面，作为用于第二电极 103 的阴极材料，优选使用具有低功函（功函为 3.8eV 或更低）的金属、合金、导电化合物、其混合物，或其类似物。作为阴极材料的具体例子，除了周期律 1 族或 2 族中的元素外（亦即例如锂或铯的碱金属、例如镁、钙或锶的碱土金属），以及含有这些元素的合金 (Mg:Ag 或 Al:Li) 或化合物 (LiF、CsF 或 CaF₂)，可使用包括稀土金属的过渡金属。然而，在由增加电子注入特性的材料制成的层提供在部分含发光物质层 102 中以与第二电极 103 接触的情形，或者作为第二电极 103 一部分提供的情形，还可使用具有高功函的材料，例如铟锡氧化物、含有氧化硅的铟锡氧化物、含有 2–20% 氧化锌的铟氧化物、金 (Au)、铂 (Pt)、镍 (Ni)、钨 (W)、铬 (Cr)、钼 (Mo)、铁 (Fe)、钴 (Co)、铜 (Cu)、钯 (Pd) 或氮化钽。

[0053] 通过沉积法、溅射法等形成薄膜而由上述阳极材料和阴极材料分别形成阳极和阴极。阳极和阴极每一优选具有 5–500 纳米的厚度。

[0054] 本发明发光元件具有如下结构：其中通过发光层 105 中的载流子重组所产生的光由第一电极（阳极）101 和第二电极（阴极）103 中的一个或两个发出。换句话说，在光由第一电极 101 侧发出的情形下第一电极 101 由具有光传输特性的材料制成，在光由第二电极 103 侧发出的情形下第二电极 103 由具有光传输特性的材料制成，并且在光由电极两侧发出的情形下，两个电极都由具有光传输特性的材料制成。

[0055] 如图 1B 所示，在实施方案模式 1 中，形成在一对电极之间的含发光物质层 102 可通过组合除了发光层 105 和缓冲层 104 外的空穴传输层 106、电子传输层 107 和电子注入层 108 而形成。后面将对这些层进行详述。

[0056] 空穴传输层 106 为具有优越空穴传输特性的层，并且更具体而言，空穴传输层 106 优选由显示 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的空穴迁移率的空穴传输物质或双极性物质制成。空穴传输物质表示与电子迁移率相比具有更高空穴迁移率的物质，并优选空穴迁移率与电子迁移率的比（=空穴迁移率 / 电子迁移率）高于 100 的物质。

[0057] 作为空穴传输物质，优选例如基于芳族胺（亦即具有苯环 – 氮键的物质）的化合物。广泛使用的物质例如为：4,4' – 双 [N-(3- 甲基苯基)-N- 苯基氨基] 联苯（以下称为 TPD）；作为其衍生物的 4,4' – 双 [N-(1- 萍基)-N- 苯基 - 氨基] 联苯（此处称为 NPB）；星爆式芳族胺化合物，例如 4,4',4" – 三 (N- 吡唑基) 三苯基胺（以下称为 TCTA）、4,4',4" – 三 (N,N- 二苯基 - 氨基) 三苯基胺（以下称为 TDATA）或 4,4',4" – 三 [N-(3- 甲基苯基)-N- 苯基 - 氨基] 三苯基胺（以下称为 MTDATA）。

[0058] 双极性物质指的是如下所述的物质：当电子迁移率和空穴迁移率互相比较时，一种载流子的迁移率与另一种载流子的迁移率的比值为 100 或更低，优选 10 或更低。作为双极性物质给出的例如为 2,3- 双 (4- 二苯基氨基苯基) 喹喔啉（缩写 :TPAQn）；2,3- 双 {4-[N-(1- 萍基)-N- 苯基氨基] 苯基} 二苯并 [f,h] 喹喔啉（缩写 :NPADiBzQn）等等。在双极性物质中，特别优选使用空穴迁移率和电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的物质。

[0059] 发光层 105 包括至少一种发光物质，并且此处所述发光物质指的是具有良好发光效率并能够发出所需波长光线的物质。发光层可为仅仅由发光物质形成的层；然而还可使用如下的层，即其中发光物质混合以分散在由具有比发光物质更大能隙（在 LUMO 级和 HOMO

级之间的能隙)的物质制成的层中。应当指出:可通过在发光层中作为主体的发光物质(也称为主体物质)中分散作为客体的发光物质(也称客体物质)来防止发光由于浓度而猝灭。

[0060] 以下各种荧光颜料可有效作为具体的发光物质:三(8-羟基喹啉)铝(以后称为Alq₃);三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(以后称为Almq₃);双(10-羟基苯并[h]-喹啉)铍(以后称为BeBq₂);双(2-甲基-8-羟基喹啉)-(4-羟基-联苯基)铝(以后称为BA1q);双[2-(2-羟基苯基)-苯并噁唑(benzoxazolato)]锌(以后称为Zn(BOX)₂);双[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑(benzothiazolato)]锌(以后称为Zn(BTZ)₂);4-二氰亚甲基-2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-9-久洛尼定基)乙烯基]-4H-吡喃(以后称为DCJTI);4-二氰亚甲基-2-甲基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-9-久洛尼定基)乙烯基]-4H-吡喃(以后称为DCJT);4-二氰亚甲基-2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-9-久洛尼定基)乙烯基]-4H-吡喃(以后称为DCJTB);periflanthene;2,5-二氰基-1,4-双[2-(10-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-9-久洛尼定基)乙烯基]苯;N,N'-二甲基喹吖啶酮(以后称为DMQd);香豆素6;香豆素545T;9,10-双(2-萘基)叔丁基蒽(以后称为t-BuDNA);9,9'-联蒽;9,10-二苯基蒽(以后称为DPA);9,10-双(2-萘基)蒽(以后称为DNA);双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基酚并镓(以后称为BGaq);双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基酚并铝(以后称为BA1q);三(2-苯基吡啶)铱(以后称为Ir(ppy)₃);2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(以后称为PtOEP);双[2-(3,5-双(三氟甲基)苯基)吡啶基-N,C^{2'}]铱(III)甲基吡啶盐(以后称为Ir(CF₃ppy)₂(pic));双[2-(4,6-二氟苯基)吡啶基-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮化物(以后称为FIr(acac));双[2-(4,6-二氟苯基)吡啶基-N,C^{2'}]铱(III)甲基吡啶盐(以后称为FIr(pic));等等。

[0061] 在发光层通过主体物质和客体物质的组合形成的情形,发光层可通过组合上述发光物质和如下所述的主体物质形成。

[0062] 作为具体的主体物质,可使用如下化合物:三(8-羟基喹啉)铝(以后称为Alq₃);三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(以后称为Almq₃);双(10-羟基苯并[h]-喹啉)铍(以后称为BeBq₂);双(2-甲基-8-羟基喹啉)-(4-羟基-联苯基)铝(以后称为BA1q);双[2-(2-羟基苯基)-苯并噁唑(benzoxazolato)]锌(以后称为Zn(BOX)₂);双[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑(benzothiazolato)]锌(以后称为Zn(BTZ)₂);9,10-双(2-萘基)叔丁基蒽(以后称为t-BuDNA);9,10-双(2-萘基)蒽(以后称为DNA);双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基酚并镓(以后称为BGaq);4,4'-二(N-咔唑基)联苯(以后称为CBP);4,4',4''-三(N-咔唑基)三苯基胺(以后称为TCTA);2,2',2''-(1,3,5-苯三基)-三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(以后称为TPBI);TPAQn;等等。

[0063] 电子传输层107为具有优越电子传输能力的层;更具体而言,电子传输层107优选由显示 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高电子迁移率的电子传输物质或双极性物质制成。电子传输物质指的是电子迁移率比空穴迁移率高的物质,并优选电子迁移率与空穴迁移率的比(=电子迁移率/空穴迁移率)超过100的物质。

[0064] 作为具体的电子传输物质,优选具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物,例如如上所述的Alq₃、Almq₃或BeBq₂;混合配体配合物BA1q;等等。另外,还可使用具有噁唑基或噻唑基配体的金属配合物,例如Zn(BOX)₂或Zn(BTZ)₂。作为金属配合物,还可使用噁二

唑衍生物,例如 2-(4- 联苯基)-5-(4- 叔丁基苯基)-1,3,4- 噻二唑 (以后称为 PBD) 或 1,3- 双 [5-(对叔丁基苯基)-1,3,4- 噢二唑 -2- 基] 苯 (以后称为 OXD-7) ; 三唑衍生物,例如 3-(4- 叔丁基苯基)-4- 苯基 -5-(4- 联苯基)-1,2,4- 三唑 (以后称为 TAZ) 或 3-(4- 叔丁基苯基)-4-(4- 乙基苯基)-5-(4- 联苯基)-1,2,4- 三唑 (以后称为 p-EtTAZ) ; 菲咯啉衍生物,例如红菲绕啉 (以后称为 BPhen) 或浴铜灵 (以后称为 BCP) ; 以及另外的 4,4- 双 (5- 甲基苯并噁唑基 -2- 基) 苆 (以后称为 BzOs) ; 等等。应当指出的是,上述材料可用作双极性材料。

[0065] 电子注入层 108 为具有辅助将电子由第二电极 103 注入的功能的层。在如图 1B 所示结构的情况下,电子注入层 108 能够将来自第二电极 103 的电子注入到电子传输层 107。通过提供电子注入层 108,减缓了第二电极 103 功函和电子传输层 107 电子亲和势之间的差,由此电子容易注入。电子注入层 108 优选由电子亲和势比形成电子传输层 107 的物质的高而又比形成第二电极 103 物质的功函低的物质制成。或者,电子注入层 108 优选由某物质制成,这种物质具有通过形成约 1 纳米至 2 纳米的薄膜使电子传输层 107 和第二电极 103 间能带弯曲的作用。

[0066] 作为可用于形成电子注入层 108 的物质的具体例子,给出如下物质:以下无机物质:碱金属,例如锂 (Li) ;碱土金属,例如镁 (Mg) ;碱金属氟化物,例如氟化铯 (CsF) ;碱土金属氟化物,例如氟化钙 (CaF₂) ;碱金属氧化物,例如氧化锂 (Li₂O) 、氧化钠 (Na₂O) 或氧化钾 (K₂O) ;或碱土金属氧化物,例如氧化钙 (CaO) 或氧化镁 (MgO) 。由于其通过形成薄膜具有使能带弯曲的作用,优选这些物质。

[0067] 除了无机物外,还可使用能形成电子传输层 107 的有机物,例如红菲绕啉 (缩写为 BPhen) ;浴铜灵 (缩写为 BCP) ;3-(4- 叔丁基苯基)-4-(4- 乙基苯基)-5-(4- 联苯基)-1,2,4- 三唑 (缩写为 p-EtTAZ) 或 3-(4- 叔丁基苯基)-4- 苯基 -5-(4- 联苯基)-1,2,4- 三唑 (缩写为 TAZ),通过从这些物质中选择电子亲和势高于用于形成电子传输层 107 的物质的物质,也可用作形成电子注入层 108 的物质。换句话说,电子注入层 108 可通过选择物质形成,以使得电子注入层 108 的电子亲和势高于电子传输层 107。应当指出的是:在提供电子注入层 108 时,第二电极 103 优选由具有低功函的物质形成,例如铝。

[0068] 另外,还可提供电子发生层以代替电子注入层 108。电子发生层为产生电子的层,其可通过将电子传输物质和双极性物质中的至少一种与对这些物质显示出供电子特性的物质 (施主) 混合形成。应当指出的是:优选电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的物质作为电子传输物质和双极性物质。

[0069] 上述物质均可作为电子传输物质和双极性物质使用。另外,对于显示供电子特性的物质,可使用碱金属或碱土金属,具体而言是锂 (Li) 、钙 (Ca) 、钠 (Na) 、钾 (K) 、镁 (Mg) 等等。而且,例如碱金属氧化物、碱土金属氧化物、碱金属氯化物或碱土金属氯化物的物质,具体而言是氧化锂 (Li₂O) 、氧化钙 (CaO) 、氧化钠 (Na₂O) 、氧化钾 (K₂O) 、氧化镁 (MgO) 、氟化锂 (LiF) 、氟化铯 (CeF) 、氟化钙 (CaF₂) 等等也可用作显示供电子特性的物质。

[0070] 此外,虽然图 1B 中没有显示,可在发光层 105 和电子传输层 107 之间提供空穴阻挡层。通过提供空穴阻挡层,可以防止空穴沿第二电极 103 方向流动而不与发光层 105 中的电子重组;因此可增加载体的重组效率。并且,可以防止发光层 105 中产生的激发能进入例如电子传输层 107 的其它层。

[0071] 对于空穴阻挡层，在可用于形成电子传输层 107 的那些物质中，例如 BA1q、OXD-7、TAZ 或 BPhen 特别可选择电离电位和激发能高于形成发光层 105 的物质的那些。换句话说，空穴阻挡层可通过选择某物质形成，所选物质使得空穴阻挡层的电离电位高于电子传输层 107 的电离电位。在相同的方式，在发光层 105 和空穴传输层 106 之间可提供电子阻挡层，用于阻挡电子沿第二电极 103 流动而不与发光层 105 中的空穴重组。

[0072] 由此得到了发光元件，其在发光元件的部分含发光物质层 102 中具有由用于本发明发光元件的复合材料形成的缓冲层 104，其中缓冲层 104 与作为阳极的第一电极 101 接触提供。

[0073] 在实施方案模式 1 中，用于形成缓冲层 104 的发光元件用复合材料具有空穴传输特性，并且由于具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物混合，所以能够抑制易于结晶的具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃的结晶，并另外具有高透明度和高电导率。

[0074] 因此，即使形成的缓冲层 104 厚，也没有降低透明度，并可抑制驱动电压的增加；因此可随意设定厚度以防止发光元件的短路，并通过光学设计提高色纯度。缓冲层 104 的厚度设定为 60 纳米或更厚，以防止短路。

[0075] （实施方案模式 2）

[0076] 在实施方案模式 2 中将描述与实施方案模式 1 中发光元件不同的结构，具体而言，是提供缓冲层与第二电极（阴极）接触的结构。

[0077] 图 2A 和图 2B 显示了将在实施方案模式 2 中描述的发光元件的元件结构。基本上，如图 2A 所示，使用含发光物质层 202 插入在一对电极之间（第一电极 201 和第二电极 203）的结构。在此结构中，含发光物质层 202 具有至少发光层 204、电子发生层 205，以及由用于本发明发光元件的复合材料制成的缓冲层 206，并且在第二电极 203 和电子发生层 205 之间提供缓冲层 206 并与两者接触。在实施方案模式 2 中，说明了第一电极 201 用作阳极并且第二电极 203 用作阴极的情况。在该实施方案模式 2 中，除上述结构之外，还可使用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、空穴阻挡层等适当组合的结构。

[0078] 用以形成缓冲层 206 的发光元件用复合材料包括实施方案模式 1 中所示的含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和实施方案模式 1 中所示的金属氧化物。

[0079] 同样在实施方案模式 2 中，金属氧化物优选存在于缓冲层 206 中，以使得金属氧化物与含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃的质量比为 0.5-2，或摩尔比为 1-4（= 金属氧化物 / 芳香烃）。由于其高电导率，缓冲层 206 可具有 50 纳米或更厚的厚度。

[0080] 电子发生层 205 为产生电子的层，其可通过将电子传输物质和双极性物质中的至少一种与对这些物质显示出供电子特性的物质（施主）混合形成。应当指出的是：优选电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的物质作为电子传输物质和双极性物质。

[0081] 作为用于形成电子发生层 205 的电子传输物质、双极性物质、和显示出供电子特性的物质（施主），分别可使用实施方案模式 1 中给出的物质。

[0082] 作为用于第一电极 201 的阳极材料，可使用具有高功函（4.0eV 或更高的功函）的金属、合金、导电化合物、其混合物，等等。作为阳极材料的特定例子，除了铟锡氧化物 (ITO)、铟锌氧化物 (IZO)（其中氧化锡与 2-20[%] 的氧化锌 (ZnO) 混合）外，还可使用金 (Au)、铂 (Pt)、钛 (Ti)、镍 (Ni)、钨 (W)、铬 (Cr)、钼 (Mo)、铁 (Fe)、钴 (Co)、铜 (Cu)、钯 (Pd)，或金属材料氮化物（例如 TiN），或其类似物。

[0083] 另一方面,作为用于第二电极 203 的阴极材料,可使用金属、合金、导电化合物、其混合物,或其类似物。作为阴极材料的特定例子,还可使用具有高功函的材料,例如铟锡氧化物、含有氧化硅的铟锡氧化物、含有 2-20% 氧化锌的铟氧化物、金 (Au)、铂 (Pt)、镍 (Ni)、钨 (W)、铬 (Cr)、钼 (Mo)、铁 (Fe)、钴 (Co)、铜 (Cu)、钯 (Pd)、铝 (Al)、银 (Ag) 或氮化钽。

[0084] 上述分别由阳极材料和阴极材料形成的阳极和阴极通过沉积法、溅射法等形成薄膜。阳极和阴极分别优选具有 5-500 纳米的厚度。

[0085] 本发明发光元件具有如下结构,其中通过在含发光物质层 202 中的载流子重组产生的光由第一电极 (阳极) 201 和第二电极 (阴极) 203 中的一个或全部发出。换句话说,当光线由第一电极 201 侧发出时,第一电极 201 由具有透光特性的材料制成,当光线由第二电极 203 侧发出时,第二电极 203 由具有透光特性的材料制成,当光线由电极的两侧发出时,所有电极都由具有透光特性的材料制成。

[0086] 如图 2B 所示,在实施方案模式 2 中,除了发光层 204、电子发生层 205 和缓冲层 206 之外,形成在一对电极之间的含发光物质层 202 可通过组合空穴注入层 207、空穴传输层 208 和电子传输层 209 形成。因此,这些层将详述如下。

[0087] 在实施方案模式 2 中,空穴注入层 207 为能够辅助将空穴由第一电极 201 注入到空穴传输层 208 的层。通过提供这种空穴注入层 207,减缓了第一电极 201 功函和空穴传输层 208 电离电势之间的差;由此空穴容易注入。空穴注入层 207 优选由电离电位比形成空穴传输层 208 的物质的低而又比形成第一电极 201 物质的功函高的材料制成。

[0088] 作为可用于形成空穴注入层 207 的物质的特定例子,给出了例如酞菁 (缩写 H₂Pc) 或酞菁铜 (缩写 :CuPc) 的低分子化合物和例如聚 (亚乙二氧基噻吩) / 聚 (苯乙烯磺酸酯) 水溶液 (缩写 :PEDOT/PSS) 的高分子化合物等等。

[0089] 空穴传输层 208 为具有优越空穴传输特性的层,并且在实施方案模式 2 中,空穴传输层 208 能够将从空穴注入层 207 注入的空穴传输到发光层 204。应当指出的是,空穴传输层 208 优选由显示出 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高空穴迁移率的空穴传输物质或双极性物质形成。作为此处所述的空穴传输物质和双极性物质,分别可使用实施方案模式 1 中给出的物质。

[0090] 发光层 204 包括至少一种发光物质,并且此处所述的发光物质指的是具有良好发光效率并能够发出所需波长光线的物质。发光层 204 可为仅仅由发光物质形成的层;然而还可使用如下层,其中发光物质混合以分散在由具有比发光物质更大能隙 (在 LUMO 级和 HOMO 级之间的能隙) 的物质制成的层中。应当指出的是,可由发光层中作为主体的发光物质 (还称为主体物质) 中分散作为客体的发光物质 (还称为客体物质) 来防止光发射由于浓度而淬灭。作为可用于发光层 204 的特定发光物质,可使用实施方案模式 1 中给出的物质 (包括客体物质)。

[0091] 电子传输层 209 为具有优越电子传输特性的层,并且在实施方案模式 2 中,电子传输层 209 能够将电子从电子发生层 205 传输到发光层 204。作为形成电子传输层 209 的物质,可特别优选使用显示出 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高电子迁移率的电子传输物质或双极性物质。作为此处所述的电子传输物质和双极性物质,分别可使用实施方案模式 1 中给出的物质。

[0092] 此外虽然图 2B 中没有显示,可在发光层 204 和电子传输层 209 之间提供空穴阻挡层。通过提供空穴阻挡层,可以防止空穴没有和发光层 204 中的电子重组而第二电极 203

方向流动；因此可增加载流子的重组效率。作为用于形成空穴阻挡层的物质，可使用实施方案模式 1 中给出的物质。

[0093] 由此得到了发光元件，其在发光元件的部分含发光物质层 202 中具有由用于本发明发光元件的复合材料形成的缓冲层 206，其中在作为阴极的第二电极 203 和电子发生层 205 之间提供缓冲层 206 并与两者接触。

[0094] 在实施方案模式 2 中的发光元件中，用于形成缓冲层 206 的复合材料具有空穴传输特性，并且由于具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物混合而能够抑制具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃的结晶。此外，用于形成缓冲层 206 的复合材料具有高透明度和高电导率特性。

[0095] 因此，即使形成的缓冲层 206 厚，也没有降低透明度，并可抑制驱动电压的增加；因此可随意设定厚度以防止发光元件的短路，并通过光学设计提高色纯度。缓冲层 206 的厚度设定为 60 纳米或更厚，能够有效防止短路。

[0096] 在含发光物质层 202 形成后通过溅射法形成第二电极 203 等情形，缓冲层 206 作为阻挡膜，这样能够减少对发光层 204 等的破坏。

[0097] 并且在本发明中，提供由用于本发明发光元件的复合材料制成的缓冲层与发光元件的所有电极（阳极和阴极）接触的结构，如图 3 所示，可通过组合实施方案模式 2 中所示结构和实施方案模式 1 中所示结构形成。

[0098] 在图 3 中，含发光物质层 302 插入在一对电极（第一电极 301 和第二电极 303）之间，并且含发光物质层 302 具有至少发光层 305、由用于本发明发光元件的复合材料制成的缓冲层（第一缓冲层 304 和第二缓冲层 307）和电子发生层 306。

[0099] 第一缓冲层 304 与第一电极 301 接触，在第二电极 303 和电子发生层 306 之间提供第二缓冲层 307 并与两者接触。在这种情况下，第一电极 301 作为阳极，第二电极 303 作为阴极。并且在这种结构的情况下，除了如图 3 所示的结构，还可使用空穴传输层、电子传输层、空穴阻挡层等组合的结构。作为形成空穴传输层、电子传输层、空穴阻挡层的物质，可使用实施方案模式 1 中给出的物质。

[0100] 同样在如图 3 所示的发光元件中，用以形成缓冲层（第一缓冲层 304 和第二缓冲层 307）的发光元件用复合材料具有空穴传输特性、不易于结晶，并具有高透明度特性和高电导率特性。因此，即使形成的第一缓冲层 304 和第二缓冲层 307 厚，也没有降低透明度，并可抑制驱动电压的增加；因此可随意设定第一缓冲层 304 和第二缓冲层 307 的厚度以防止发光元件的短路，并通过光学设计提高色纯度。

[0101] 在含发光物质层 302 形成后通过溅射法形成第二电极 303 的情形等，第二缓冲层 307 作为阻挡膜，这样能够减少对发光层 305 等的破坏。并且，在第一缓冲层 304 和第二缓冲层 307 由相同物质形成的情形，含发光物质层 302 的两侧由相同材料形成；因此可以预期的是，能够防止应力变形。

[0102] （实施方案模式 3）

[0103] 在实施方案模式 3 中将描述与实施方案模式 1 和 2 中不同结构的发光元件，特别是具有至少一个形成的缓冲层不与阳极和阴极接触的结构的发光元件，其为所谓的多光子发光元件。

[0104] 图 4A 和图 4B 显示了将在实施方案模式 3 中描述的发光元件的元件结构。基本

上,如图 4A 所示,使用含发光物质层 402 插入在一对电极之间(第一电极 401 和第二电极 403)的结构。在此结构中,含发光物质层 402 具有至少第一发光层 406、第二发光层 407、电子发生层 404,以及由用于本发明发光元件的复合材料制成的缓冲层 405,并由此使至少缓冲层 405 和电子发生层 404(至少缓冲层 405 和电子发生层 404 接触形成)不与第一电极 401 和第二电极 403 接触。在实施方案模式 3 中,说明了第一电极 401 用作阳极并且第二电极 403 用作阴极的情况。在该实施方案模式 3 中,除上述结构之外,还可使用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、空穴阻挡层、电子注入层等适当组合的结构。

[0105] 用以形成缓冲层 405 的发光元件用复合材料包括实施方案模式 1 中所述的含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和实施方案模式 1 中所述的金属氧化物。

[0106] 在实施方案模式 3 中金属氧化物优选存在于缓冲层 405 中,以使得金属氧化物与含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃的质量比为 0.5-2,或摩尔比为 1-4(=金属氧化物 / 芳香烃)。由于其高电导率,缓冲层 405 可具有 50 纳米或更厚的厚度。

[0107] 在实施方案模式 3 中,电子发生层 404 与阻挡层 405 接触,并且与阻挡层 405 相比,电子发生层 404 形成在更靠近第一电极 401(第一电极 401 作为阳极)的一侧。电子发生层 404 为产生电子的层,其可通过将电子传输物质和双极性物质中的至少一种与对这些物质显示出供电子特性的物质混合形成。在电子传输物质和双极性物质中,此处特别优选使用电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 或更高的物质。

[0108] 作为用于形成电子发生层 404 的电子传输物质、双极性物质和显示出供电子特性的物质,分别可使用实施方案模式 1 中给出的物质。

[0109] 作为用于第一电极 401 的阳极物质,可使用具有高功函(4.0eV 或更高的功函)的金属、合金、导电化合物、其混合物,等等。作为阳极金属的特定例子,除了铟锡氧化物(ITO)、铟锌氧化物(IZO)(其中氧化锡与 2-20[%]的氧化锌(ZnO)混合)外,还可使用金(Au)、铂(Pt)、钛(Ti)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)、金属材料氮化物(例如 TiN),或其类似物。在如实施方案模式 1 所示缓冲层与第一电极 401 接触的情形,还可使用通常已知具有低功函的材料的铝(Al)或镁(Mg)。这是因为,通过提供缓冲层 405 可与具有宽范围功函的电极材料形成电阻接触。

[0110] 另一方面,作为用于第二电极 403 的阴极材料,可使用具有低功函(功函为 3.8eV 或更低)的金属、合金、导电化合物、其混合物,或类似物。作为阴极材料的特定例子,除了元素周期表 I 族和 II 族的元素(亦即例如锂或铯的碱金属、例如镁、钙或锶的碱土金属)以及含有这些元素的合金(Mg:Ag 或 Al:Li)或化合物(LiF、CsF 或 CaF₂)外,还可使用含有稀土金属的过渡金属。然而除了上述结构,在缓冲层与第二电极 403 接触并且电子发生层与缓冲层接触的情形,还可使用具有高功函的材料,例如铟锡氧化物、含有氧化硅的铟锡氧化物、含有 2-20% 氧化锌的铟氧化物、金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)或氮化钽。

[0111] 由阳极材料和阴极材料分别形成的阳极和阴极通过沉积法、溅射法等形成薄膜。阳极和阴极分别优选具有 5-500 纳米的厚度。

[0112] 本发明发光元件具有如下结构,其中通过在含发光物质层 402 中的载流子重组产生的光由第一电极(阳极)401 和第二电极(阴极)403 中的一个或全部发出。换句话说,当光线由第一电极 401 侧发出时,第一电极 401 由具有透光特性的材料制成,当光线由第二电

极 403 侧发出时,第二电极 403 由具有透光特性的材料制成,当光线由电极的两侧发出时,所有电极都由具有透光特性的材料制成。

[0113] 在实施方案模式 3 中,电子发生层 404 和缓冲层 405 不与第一电极 401 和第二电极 403 接触形成,并且至少第一发光层 406 提供在第一电极 401 和电子发生层 404 之间。并且,至少第二发光层 407 提供在缓冲层 405 和第二电极 403 之间。作为用于形成第一发光层 406 和第二发光层 407 的物质,可使用在实施方案模式 1 中提到的用于形成发光层的物质。

[0114] 在实施方案模式 3 中,除了上述结构以外还提供缓冲层,以分别与第一电极 401 和第二电极 403 接触。在这种情况下,如图 4B 所示,第一缓冲层 408 与第一电极 401 接触,第三缓冲层 412 与第二电极 403 接触。并且第二电子发生层 411 与第三缓冲层 412 接触,并且图 4B 中所示的第一电子发生层 409 和第二缓冲层 410 具有与图 4A 中所示的电子发生层 404 和缓冲层 405 相同的功能。

[0115] 如图 4B 所示的第一缓冲层 408、第二缓冲层 410 和第三缓冲层 412 可由用于形成发光元件的复合材料制成,包括实施方案模式 1 中所示的具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物。如图 4B 所示的第一电子发生层 409 和第二电子发生层 411 可通过将实施方案 1 所示的电子传输物质和双极性物质中的至少一种与对这些物质显示出供电子特性的物质混合形成。

[0116] 在图 4B(虽然没有显示)中,空穴传输层、电子传输层、空穴阻挡层等可通过在第一缓冲层 408 和第一电子发生层 409 之间的区域(其至少包括第一发光层 406)和第二缓冲层 410 和第二电子发生层 411 之间的区域(其至少包括第二发光层 407)中合适地组合形成。应当指出的是,空穴传输层、电子传输层和空穴阻挡层的每一层分别可由实施方案模式 1 中提到的物质制成。

[0117] 由此可到具有缓冲层 405 的发光元件,缓冲层 405 由用于本发明发光元件的复合材料制成并为发光元件含发光物质层 402 的一部分,其中至少缓冲层 405 和电子发生层 404 接触形成,由此不与第一电极 401 和第二电极 403 接触。

[0118] 在如实施方案模式 3 中的发光元件中,用于以形成缓冲层 405(在图 4B 所示的情形,第一缓冲层 408、第二缓冲层 410 和第三缓冲层 412)的发光元件用复合材料具有空穴传输特性,并由于具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃与金属氧化物混合,抑制了具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃的结晶。并且,用于发光元件的复合材料具有高透明度特性和高电导率特性。

[0119] 因此,即使形成的缓冲层 405(在图 4B 所示的情形,第一缓冲层 408、第二缓冲层 410 和第三缓冲层 412)厚,也没有降低透明度,并可抑制驱动电压的增加;因此可随意设定厚度以防止发光元件的短路,并通过光学设计提高色纯度。缓冲层 405(在图 4B 所示的情形,第一缓冲层 408、第二缓冲层 410 和第三缓冲层 412)的厚度设定为 60 纳米或更厚,能够有效地防止短路。

[0120] 如图 4B 所示,在含发光物质层 402 形成后通过溅射法形成第二电极 403 的情形等,第三缓冲层 412 作为阻挡膜,这样能够减少对第二发光层 407 等的破坏。并且在第一缓冲层 408 和第二缓冲层 412 由相同物质形成的情形,含发光物质层 402 的两侧由相同材料形成;因此可以预期能够防止应力变形。

[0121] (实施方案模式 4)

[0122] 在实施方案模式 4 中,将参考图 5A 和 5B 说明在像素部分具有通过本发明形成的发光元件的发光器件。虽然具有通过本发明形成的有源矩阵发光元件的发光器件如图 5A 和 5B 所示,本发明可用于具有无源矩阵发光元件的发光器件。除了本发明发光元件外,本发明发光器件还包括用于驱动发光元件等的控制设备。图 5A 为发光器件的顶视图,图 5B 为沿着 A-A' 得到的剖面图。由虚线表示的附图标记 501 表示驱动电路部分(源侧驱动电路);502 表示像素部分;503 表示驱动电路部分(栅侧驱动电路);504 表示密封衬底;505 表示密封元件;507 表示通过密封元件 505 环绕的空间。

[0123] 附图标记 508 表示用于将输入的信号传递到源侧驱动电路 501 和栅侧驱动电路 503 的线路,并且线路 508 从作为外部输入终端的 FPC(柔性印刷电路)509 接收视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号等。尽管这里只显示了 FPC,此 FPC 可以附连有印刷布线板(PWB)。此处所述的发光器件不仅仅包括发光器件本身,还包括 FPC 或 PWB 连接到发光器件的情形。

[0124] 其次,横截面结构将参考图 5B 说明。虽然驱动电路部分和像素部分形成于元件衬底 510 之上,这里只显示作为驱动电路部分的源侧驱动电路 501 和像素部分 502。

[0125] 作为源侧驱动电路 501,形成了由 n 沟道型 TFT523 和 p 沟道型 TFT524 组合的 CMOS 电路。形成驱动电路的 TFT 可通过 CMOS 电路、PMOS 电路或 NMOS 电路形成。在该实施方案模式中,显示了在衬底之上形成驱动电路的驱动器集成型,然而并非必须需要这种结构,并且驱动电路可以不形成在衬底之上,可以在其外。

[0126] 像素部分 502 由多个像素形成,包括开关 TFT511、电流控制 TFT512 和电连接到其漏区的第一电极 513。由此形成绝缘体 514 以覆盖在第一电极 513 的边缘部分。因此,绝缘体 514 通过正型光敏丙烯酸树脂薄膜形成。

[0127] 含发光物质层 516 和第二电极 517 分别形成在第一电极 513 上。此处作为用于第一电极 513(阳极)的材料,需要具有高功函的材料。除了例如 ITO(铟锡氧化物)薄膜、铟锌氧化物(IZO)薄膜、氮化钛薄膜、铬膜、钨膜、锌膜或铂膜的单层薄膜,还可使用叠层膜,例如,含有氮化钛和含有以铝作为主组分的薄膜的两层结构,或氮化钛薄膜、含有以铝作为主组分的薄膜和氮化钛薄膜的三层结构。通过使用叠层结构,布线可以具有低电阻,并可有利地形成电阻接触,并且该叠层结构可用作阳极。

[0128] 含发光物质层 516 使用沉积掩模通过沉积法形成或喷墨法形成。含发光物质层 516 中包括缓冲层,该缓冲层由用于本发明发光元件的复合材料制成。并且还包括发光层、电子发生层、空穴传输层、电子传输层、空穴阻挡层、空穴注入层、电子注入层等。在形成这些层的情形,可使用基于低分子的材料、中等分子量材料(包括低聚物和 dendrimer)或基于高分子的材料。在形成含发光物质层的情形,通常使用有机化合物的单层或叠层;然而本发明还包括在有机化合物制成的膜的部分中使用无机化合物的结构。

[0129] 在本发明中,缓冲层与发光元件的一个电极(阳极和阴极中的一个)接触,或与两个电极接触,或与两个电极都不接触。然而在缓冲层与阴极接触的情形,需要提供电子发生层与缓冲层的表面接触,电子发生层与缓冲层接触的表面与缓冲层与阴极接触的表面相对。在缓冲层与两个电极都不接触的情形,需要提供电子发生层在阳极一侧以与缓冲层相接触。

[0130] 并且,第二电极(阴极)517形成在含发光物质层516上。

[0131] 在元件衬底510、密封衬底504和密封元件505环绕形成的空间507中具有发光元件518的结构中,是通过将密封衬底504利用密封元件505附着到元件衬底510上形成的。除了填充有惰性气体(氮气、氩气等)的结构,空间507中包括填充有密封元件505的结构。

[0132] 环氧树脂优先用于密封元件505。用于此处的材料优先尽可能不传输水份或氧气的材料。作为用于密封衬底504的材料,除了玻璃衬底或石英衬底外,还可使用FRP(玻璃纤维强化塑料)、PVF(聚氟乙烯)、myler、聚酯、丙烯酸等塑料衬底。

[0133] 如上所述,可得到具有通过本发明形成的发光元件的发光器件。

[0134] 通过自由组合实施方案模式1-3中所示的发光元件结构,可以实现该实施方案模式中所示的发光器件。

[0135] (实施方案模式5)

[0136] 具有根据本发明发光器件的电子设备包括:电视设备(也仅仅指电视或电视接收器)、照相机(例如数码相机或数码摄像机)、移动电话设备(也仅仅指移动电话或便携式电话)、便携式信息终端(PDA)、便携式游戏机、计算机显示器、计算机、声音重现设备(例如汽车音响设备)、具有记录媒质的图像重现设备(例如家用游戏机)等。参考图6A-6E对特定例子进行说明。

[0137] 图6A所示的电视设备包括主体8001、显示部分8002等。本发明发光器件可用于显示部分8002。结果,其不仅能够在低电压下产生流过足够的电流,还能得到足够的电致发光特性。此外通过自由设计厚度,可增强光学特性。因此可提供在较低驱动电压下驱动的电视设备。

[0138] 图6B所示的便携式信息终端设备包括主体8101、显示部分8102等。本发明发光器件可用于显示部分8102。结果,其不仅能够在低电压下流过足够的电流,还能得到足够的电致发光特性。此外通过自由设计厚度,可增强光学特性。因此可提供在较低驱动电压下驱动的便携式信息终端设备。

[0139] 图6C所示的数码摄像机包括显示部分8201、显示部分8202等。本发明发光器件可用于显示部分8202。结果,其不仅能够在低电压下流过足够的电流,还能得到足够的电致发光特性。此外通过自由设计厚度,可增强光学特性。因此可提供在较低电压下驱动的数码摄像机。

[0140] 图6D所示的移动电话包括主体8301、显示部分8302等。本发明发光器件可用于显示部分8302。结果,其不仅能够在低电压下流过足够的电流,还能得到足够的电致发光特性。此外通过自由设计厚度,可增强光学特性。因此可提供在较低电压下驱动的移动电话。

[0141] 图6E所示的便携式电视设备包括主体8401、显示部分8402等。本发明发光器件可用于显示部分8402。结果,其不仅能够在低电压下流过足够的电流,还能得到足够的电致发光特性。此外通过自由设计厚度,可增强光学特性。因此可提供在较低电压下驱动的便携式电视设备。并且,本发明发光器件可用于多种便携式电视设备,例如安装在例如移动电话上的便携式终端的小型电视设备,中型便携式电视设备和大屏幕电视设备(例如40英寸或以上)。

[0142] 如上所述,根据本发明的发光器件能提供在较低驱动电压下驱动的电子设备,该

设备不仅能够在低电压下产生足够的电流,还能得到足够的电致发光特性并通过自由设计厚度增强光学特性。

[0143] (实施方案 1)

[0144] 在该实施方案中,具有实施方案模式 1 所示元件结构的发光元件(缓冲层与第一电极(阳极)接触的结构)的制造方法和元件特性的测量结果将如图 7-11 所示,其中缓冲层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层和第二电极从第一电极开始顺序堆叠。

[0145] 首先如图 7 所示,发光元件的第一电极 701 形成在衬底 700 上。在此实施方案中,第一电极 701 作为阳极。第一电极 701 由 ITO 制成,ITO 为透明导电薄膜并通过溅射法形成具有 110 纳米的厚度。作为此处使用的溅射法,给出了两极溅射法、离子束溅射法或对立目标溅射法。电极的大小设定在 2mm×2mm。

[0146] 随后含发光物质层 702 形成在第一电极(阳极)701 上。在此实施方案中,从第一电极侧开始,含发光物质层 702 具有缓冲层 704、空穴传输层 706、发光层 705、电子传输层 707 和电子注入层 708 的叠层结构,并具有如下特点:含发光物质层 702 由用于发光元件的复合材料制成,该复合材料由具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物形成同时用于形成缓冲层 704。

[0147] 具有第一电极 701 的衬底固定在真空沉积系统的衬底固定器(购自商业)上,以使将要在其上形成第一电极 701 的表面向下放置。实施方案模式 1 中结构式(1)表示的化合物(DPVBi)(其作为具有至少一个乙烯基骨架的芳香烃)放置在真空沉积系统内的一个蒸发源中,并将作为金属氧化物的氧化钼放置在另一蒸发源中,使用电阻加热通过共沉积法形成厚度为 120 纳米的缓冲层 704。此处形成的缓冲层 704 中 DPVBi 与氧化钼的重量比设定为 1:0.5(摩尔比设定为 1:1.8)(=DPVBi:氧化钼)。

[0148] 随后,使用具有优异空穴传输特性的材料形成空穴传输层 706。此处作为具有优异空穴传输特性的材料,使用电阻加热通过沉积法形成厚度为 10 纳米的 NPB。

[0149] 然后形成功能层 705。在功能层 705 中,空穴和电子重组发光。此处,通过类似于缓冲层的共沉积法,Alq₃ 和香豆素 6 形成 37.5 纳米的厚度。Alq₃ 与香豆素 6 的重量比设定为 1:0.01(摩尔比设定为 1:0.013)(=Alq₃:香豆素 6)。因此香豆素 6 通过分散包括在由 Alq₃ 制成的层中。

[0150] 然后形成电子传输层 707。作为电子传输层 707,通过类似于空穴传输层 706 中的沉积法,Alq₃ 形成 37.5 纳米的厚度。

[0151] 然后形成电子注入层 708。作为电子注入层 708,通过类似于空穴传输层 706 中的沉积法,LiF 形成 1 纳米的厚度。

[0152] 如上所述,在形成具有叠层结构的含发光物质层 702 后,通过溅射法或沉积法形成作为阴极的第二电极 703。在此实施方案中,铝通过溅射法以 200 纳米的厚度形成在含发光物质层 702 上,以得到第二电极 703。

[0153] 因此形成了本发明发光元件。在此实施方案中,虽然说明了形成在衬底上的第一电极由阳极材料制成并作为阳极的情形,本发明并不限于此种情况,并且第一电极可由阴极材料制成并作为阴极。然而在这种情况下(阳极和阴极逆转的情况),含发光物质层的叠层顺序与该实施方案中的相反。并且在此实施方案中,第一电极 701 为透明电极,并具有使发光层 705 产生的光由第一电极 701 侧发出的结构;然而本发明并不限于这种情况,通过选

择合适的材料以保证透光度,还可使用使光线从第二电极 703 侧发出的结构。

[0154] 然后在图 8-11 中,如图 7 所示发光元件的元件特性的测试结果由通过白色圆圈(发光元件(2))表示的曲线图表示。

[0155] 在图 8 所示的电流 - 电压特性中,当施加 6V 电压时流过大约 1.0 毫安的电流。由此结果证实了一种情况:通过提供本发明缓冲层 704,即便是在低电压下电流也能充分注入到发光元件的含发光物质层 702 中。

[0156] 在图 9 所示的光通量 - 电压特性中,当施加 6V 电压时得到大约 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 的光通量。该结果显示:通过提供本发明缓冲层 704,对于发光特性 / 电压可得到良好的效果。

[0157] 在图 10 所示的电流效率 - 光通量特性中,在 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 光通量的情形得到了大约 $11.5\text{cd}/\text{A}$ 的电流效率。在图 11 所示的光通量 - 电流密度特性中,在电流密度为 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的情形得到大约 $10000\text{cd}/\text{m}^2$ 的光通量。根据该结果可以认为:在发光元件的含发光物质层 702 中空穴和电子达到了良好的平衡,其为可有效进行重组的状态。

[0158] (对比实施例 1)

[0159] 相反,测试了发光元件(称为发光元件(1))的元件特性,其中使用 DPVBi 作为含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃,所述芳香烃是指用于实施方案 1 测试的元件结构缓冲层 704 的芳香烃。制造此处测量的发光元件(1),使其除了缓冲层 704 外具有与实施方案 1 图 7 中所示发光元件相同的结构。具体而言以如下顺序层叠:第一电极:ITO(110 纳米)、缓冲层:DPVBi(120 纳米)、空穴传输层:NPB(10 纳米)、发光层: Alq_3^+ 香豆素 6(37.5 纳米)、电子传输层: Alq_3 (37.5 纳米)、电子注入层 LiF(1 纳米)和第二电极 Al(200 纳米)。所得结果在图 8-11 中通过黑色圆圈表示的曲线图表示(发光元件(1))。

[0160] 在图 8 所示的电流 - 电压特性中,为流过大约 1.0 毫安的电流需要施加大约 24V 的电压。可以说与施加大约 6V 电压可流过相同电流的发光元件(2)相比,电流不易于注入到发光元件的含发光物质层。

[0161] 在图 9 所示的光通量 - 电压特性中,为得到大约 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 的光通量需要施加大约 25V 的电压。该结果显示:与施加大约 6V 电压可得到相同光通量的发光元件(2)相比,在电流不易于注入发光元件的含发光物质层 702 的情形下元件的光通量特性受到影响。

[0162] 在图 10 所示的效率 - 光通量特性中,在得到 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 光通量的情形下电流效率为大约 $3.0\text{cd}/\text{A}$ 。在图 11 所示的光通量 - 电流密度特性中,在电流密度为 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的情形下仅仅得到大约 $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 的光通量。这些结果可以说是由于以下原因:由于在发光元件(1)的包括发光元件的层中空穴和电子没有以良好的平衡存在,需要重组的空穴没有充分注入。

[0163] 根据这些结果,根据本发明发光元件,含发光物质层中的空穴注入特性可通过提供由复合材料制成的缓冲层(复合材料由用于发光元件的含有至少一个乙烯基骨架的芳香烃和金属氧化物形成)增强;由此可降低发光元件的驱动电压并可增强例如光通量特性的元件特性。

[0164] 本申请基于 2005 年 5 月 20 日在日本专利局提交的日本专利申请号 2005-147967,其全部内容引用于此作为参考。

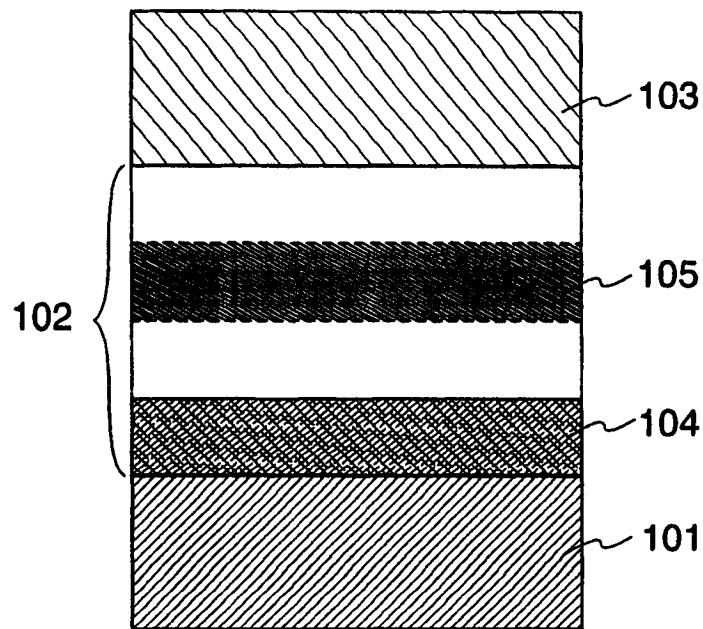


图 1A

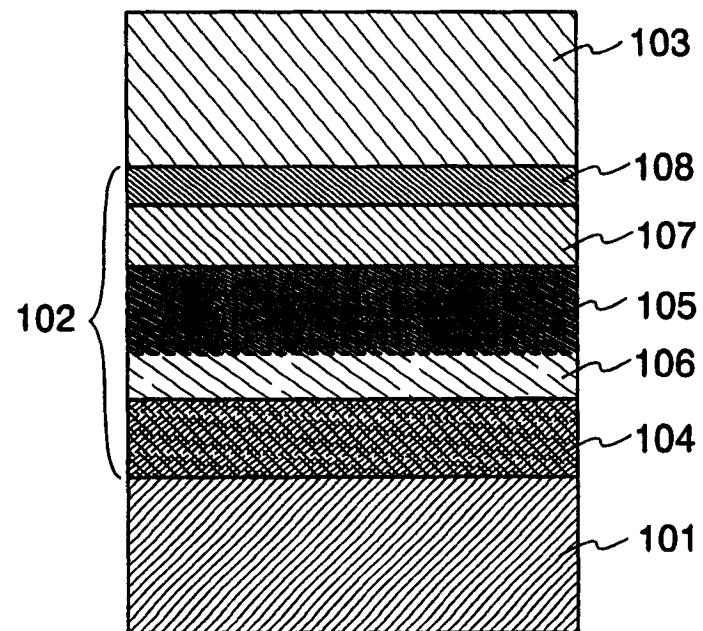


图 1B

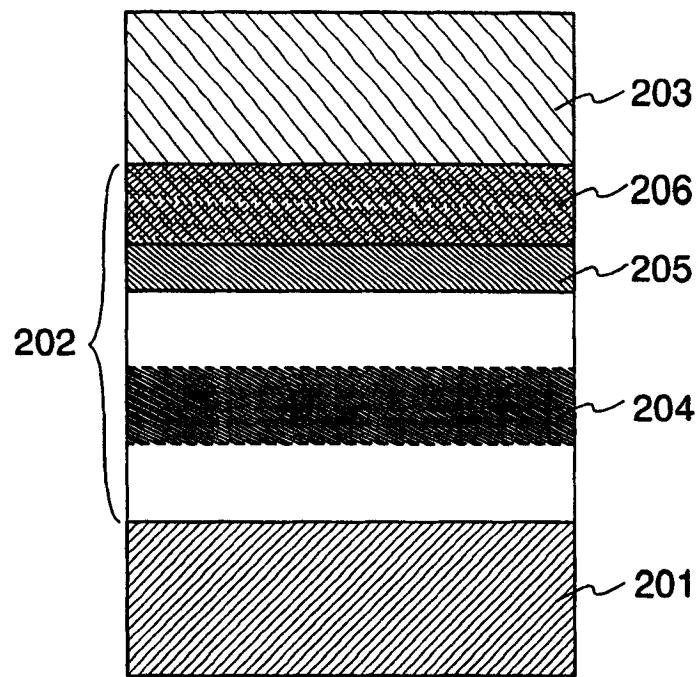


图 2A

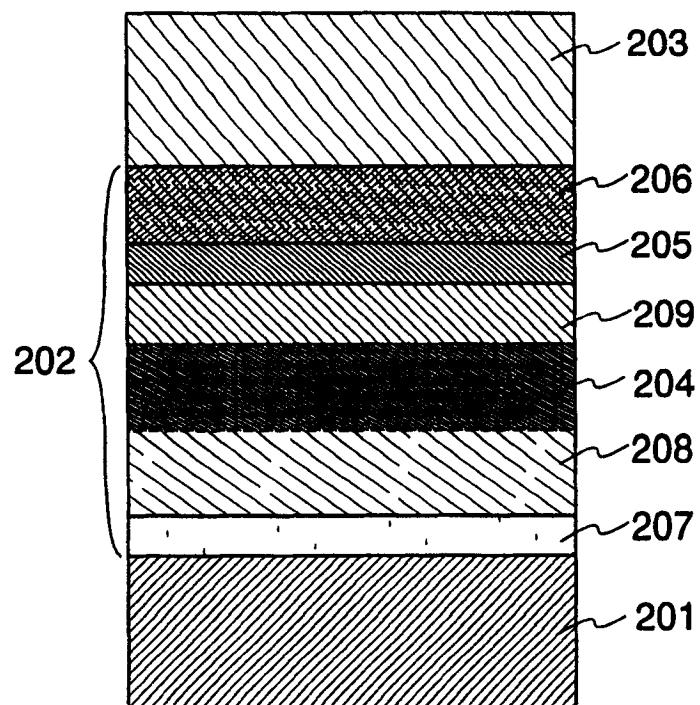


图 2B

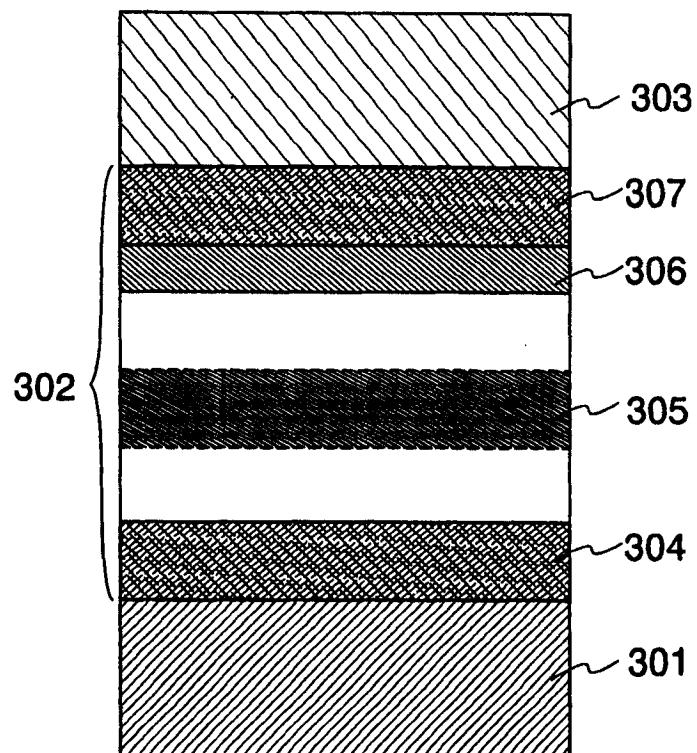


图 3

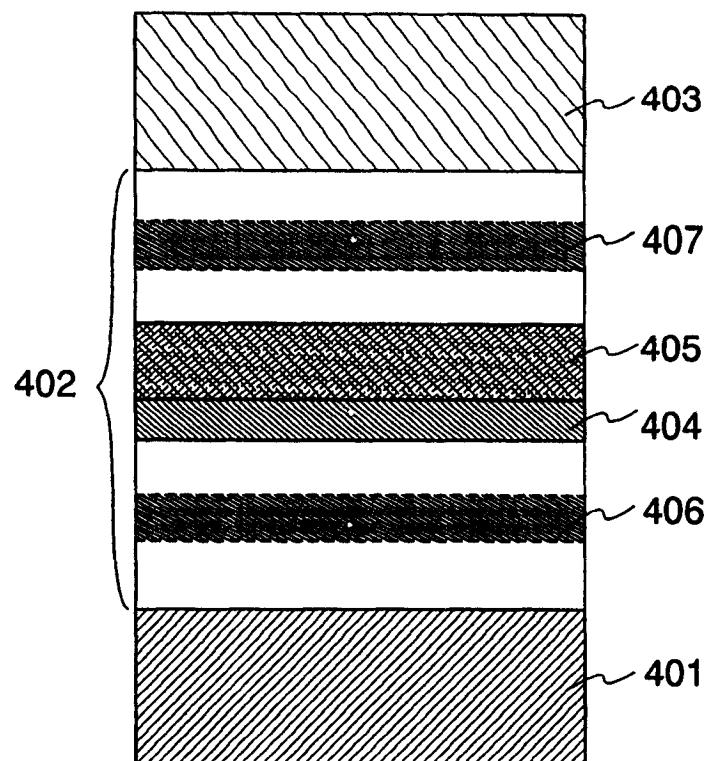


图 4A

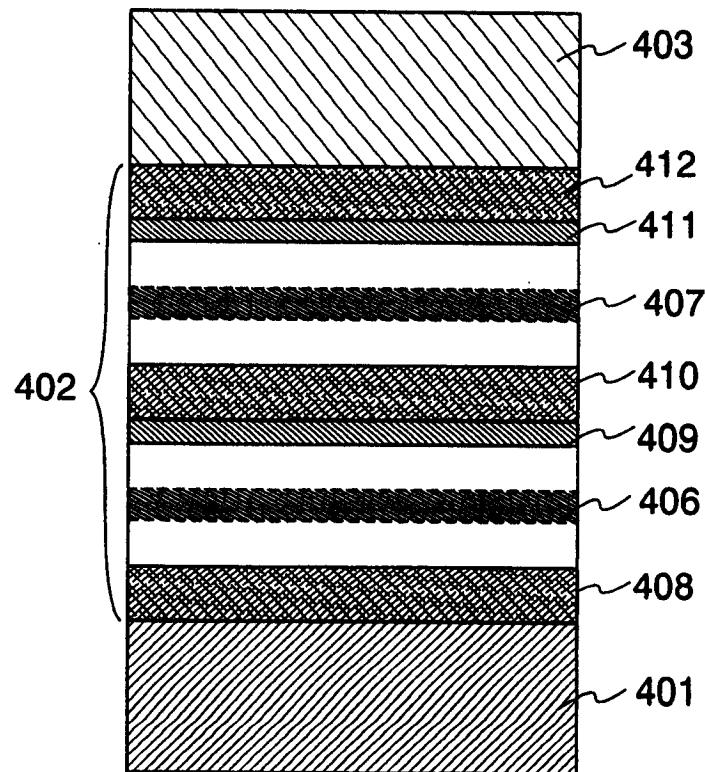
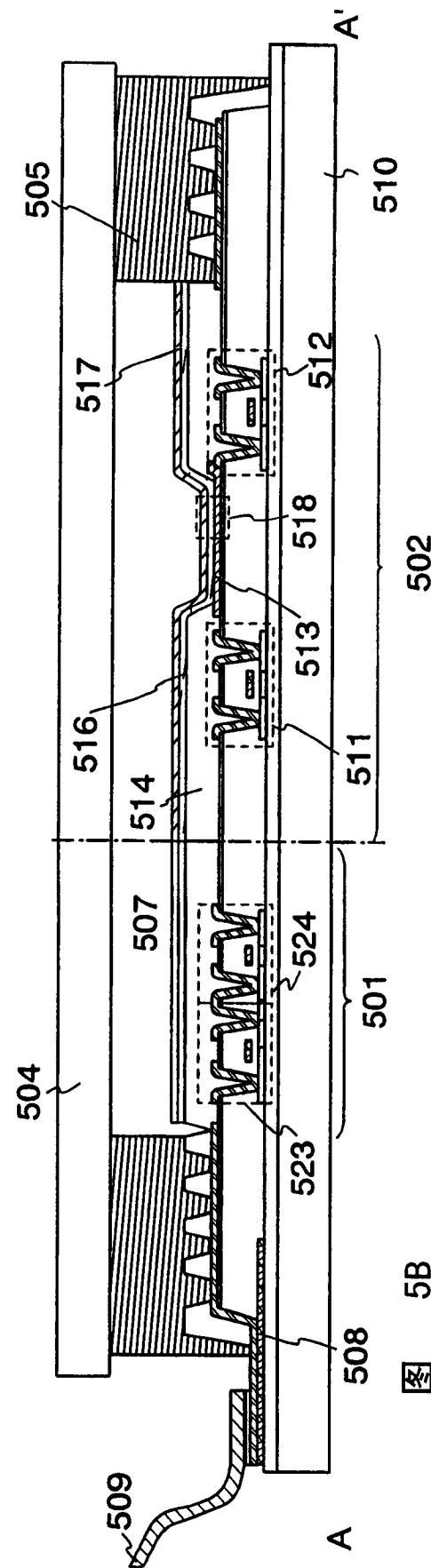
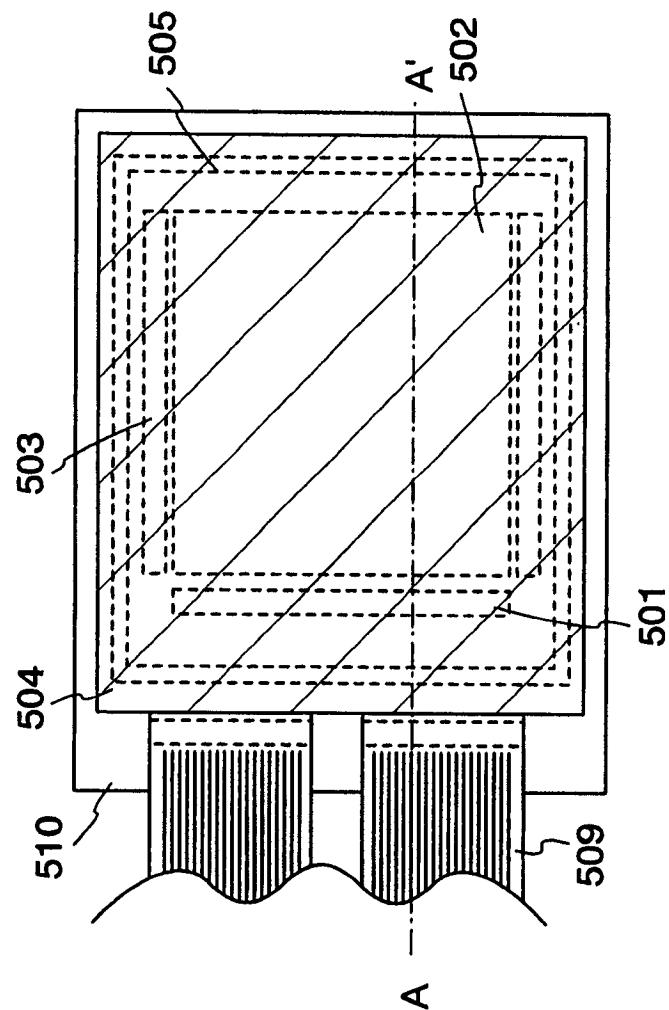


图 4B



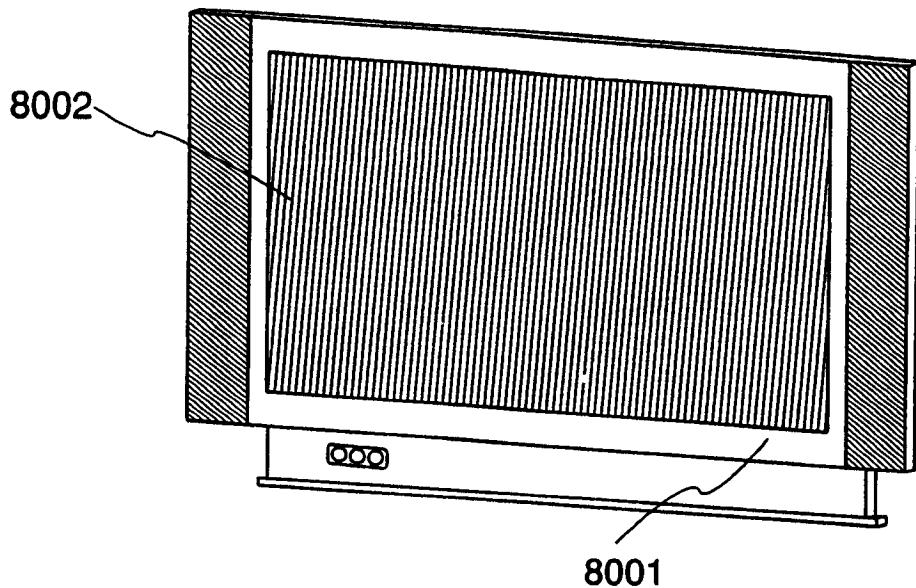


图 6A

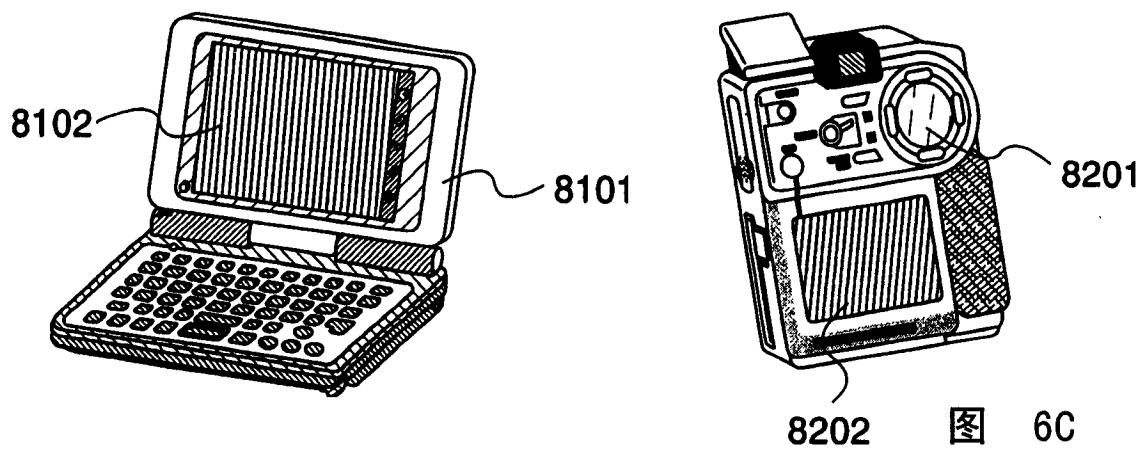


图 6B

图 6C

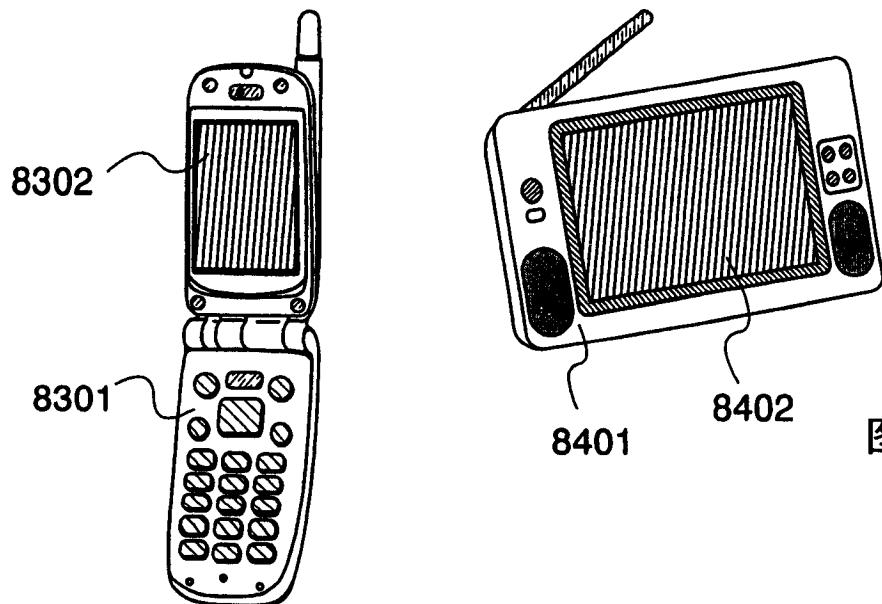


图 6E

图 6D

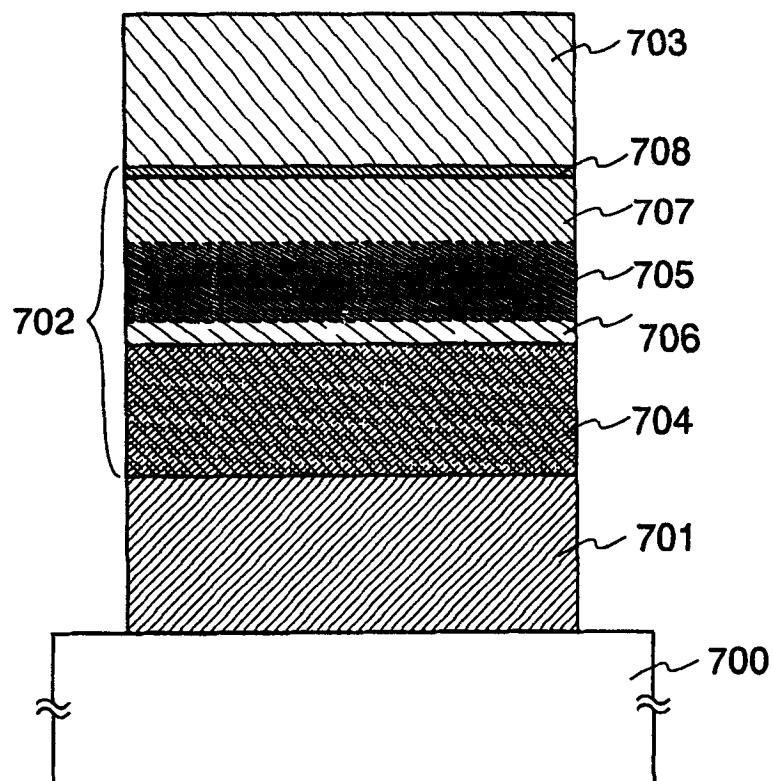


图 7

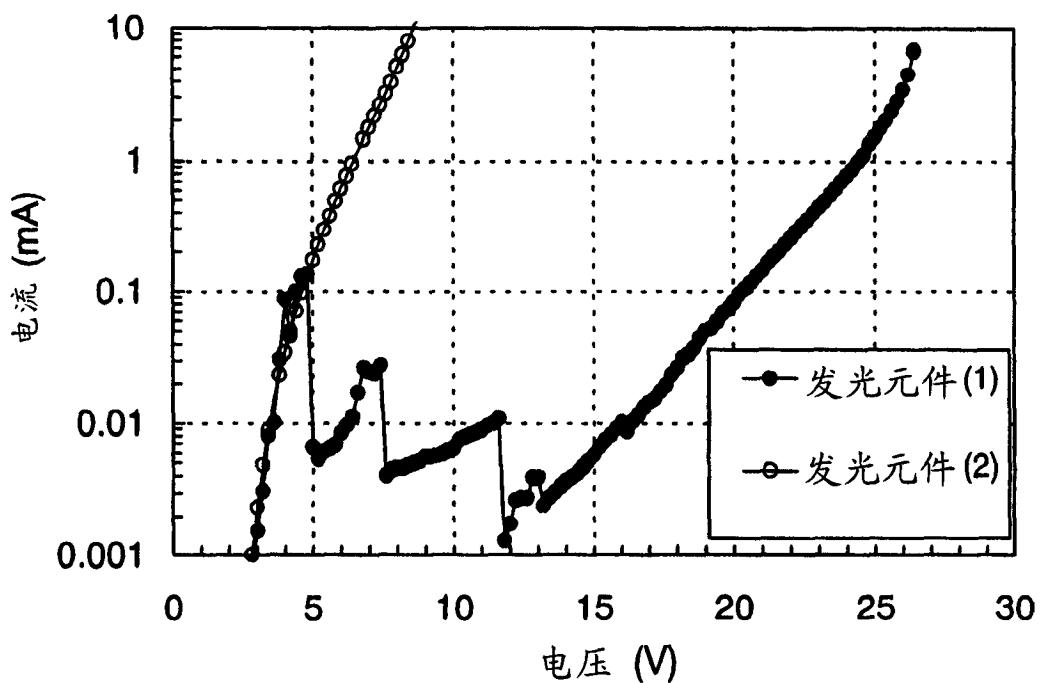


图 8

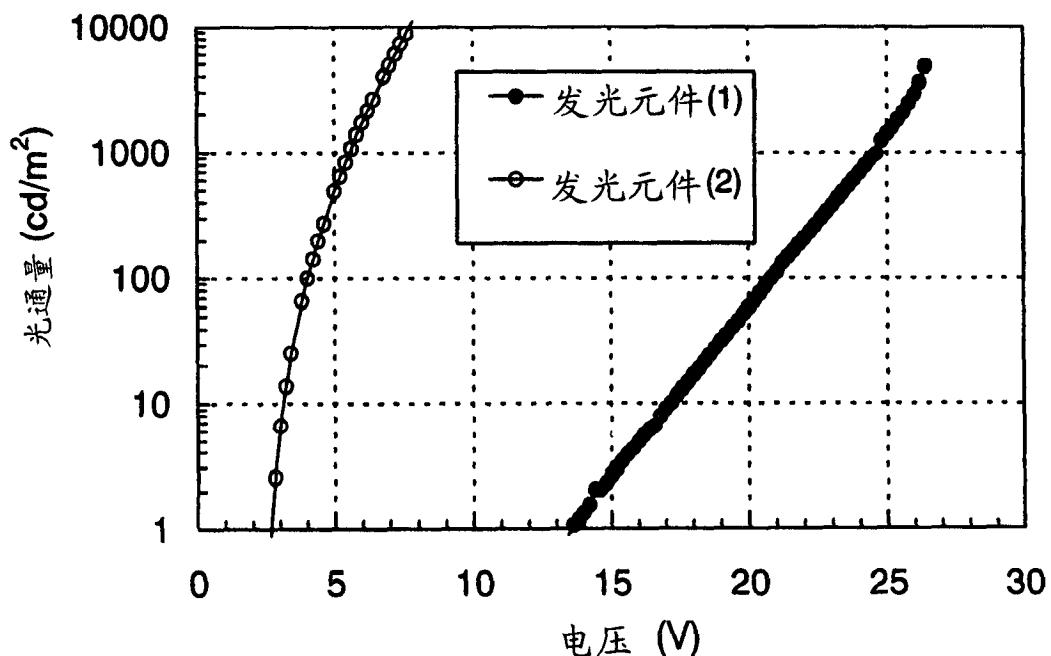


图 9

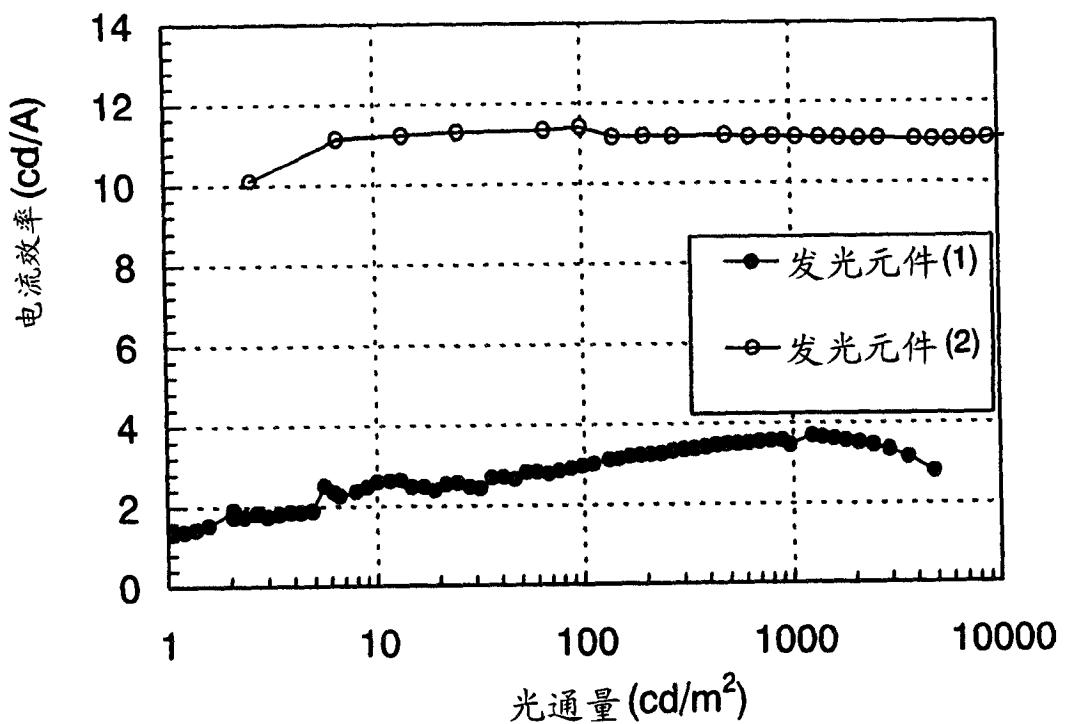


图 10

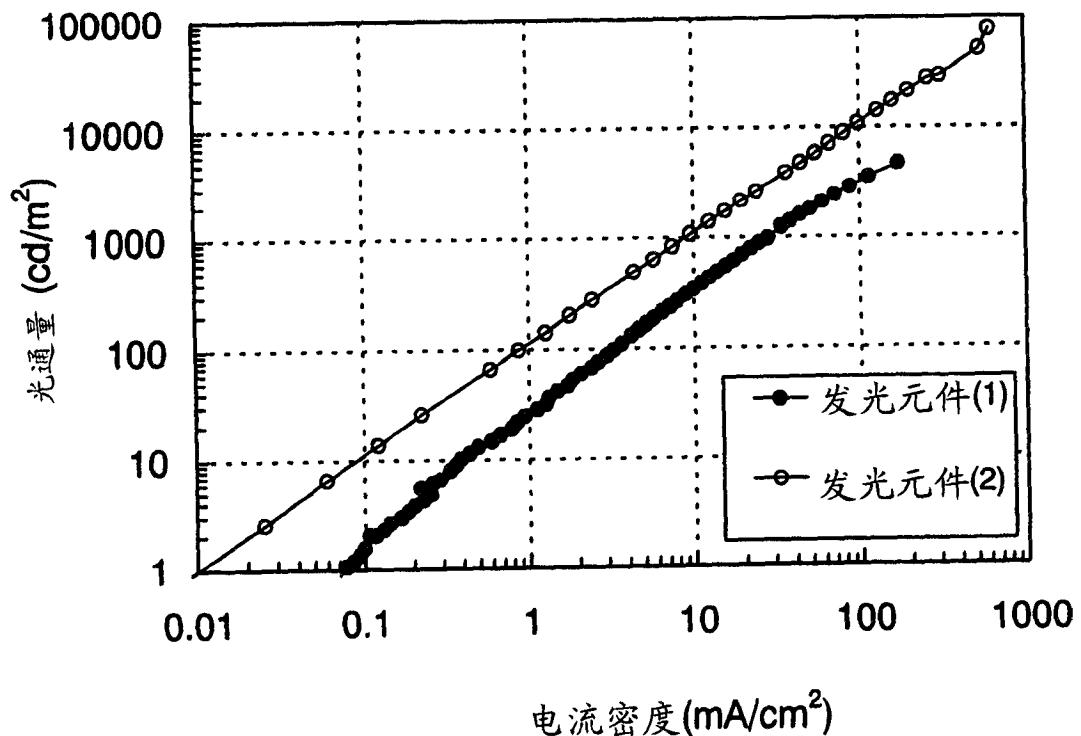


图 11